

## 明 細 書

### モータとそのモータに使用されるステータの製造方法

#### 技術分野

- [0001] 本発明はモータとそのモータに使用されるステータの製造方法に関する。特に、10極着磁されたロータと、12突極とその各突極に巻回される巻線を有するステータとから構成されるモータと、そのモータに使用されるステータの製造方法に関する。

#### 背景技術

- [0002] 従来、産業機器の高性能化や高機能化達成のため、駆動システムであるサーボシステムにおいて、メンテナンスフリー、高速応答化、デジタル化に加え、高精度化、小型化および省配線化が実現されてきた。
- [0003] サーボモータにおいて、ステータは、巻線作業が容易な分割コアに集中巻回を施すことで巻線のスロット占積率を向上させている。ロータには希土類磁石を採用して小型化を実現している。そして、集中巻回した巻線の結線処理に、多層プリント配線基板を用いる技術が、例えば日本特許出願特開2000-125495号公報に開示されている。
- [0004] 近年、更なる機器の小型高性能化、高精度化および低騒音化を実現するため、サーボモータには更なる小型高出力化、高回転精度化および低コスト化が求められている。
- [0005] そのような要望に対応して、高出力、低振動および低騒音を実現するため、10極（または14極）着磁のロータに対して、12個の突極コアからなるステータを組合せることでコギングトルクを抑制する技術が、例えば日本特許出願特公平8-8764号公報に開示されている。この公報に開示されている技術は、コギングトルクを抑制して、高出力、低振動および低騒音を実現できるものである。
- [0006] しかしながら、集中巻回した3相巻線を次のように配置する必要がある。すなわち、機械角180度の位置に配置される第一巻線と同相の第二巻線とは互いに異極となるように異方向に巻回して配置し、円周方向に隣接する上記第一巻線と同相の第三巻線とは互いに異極となるように異方向に巻回して配置する必要がある。さらに、同円

周方向に隣接する異相の巻線は上記第三巻線と同方向に巻回して配置する必要がある。このように、巻線あるいは結線処理が煩雑となる。

[0007] 解決しようとする問題点は、3相巻線の巻回方向が、同相巻線で互いに逆方向となる組合せの繰り返し、かつ、隣り合う異相巻線は同極となるように配置する必要がある、巻線作業が非常に煩雑となり自動化が困難な点である。このため、従来のステータの製造用設備が共用できず、新たな設備投資あるいは巻線設備の改造などが必要となり、コスト面で問題がある。

[0008] また、同相巻線を直列接続のみで構成する3相Y結線においては、同相巻線を切断することなく渡り線を介在させながら連続して集中巻回させると、結線処理作業が容易になる。しかしながら、高出力を得るための巻線作業に課題が発生する。すなわち、線径の太い巻線を採用しなければならず、巻き方向を変更しながら集中巻回するのが困難であり、その結果、巻線のスロット占積率が低下して効率も低下する。

[0009] これに対して、線径の細い巻線を採用して、同相巻線を直列接続のみならず並列接続も含む3相Y結線すれば、スロット占積率の低下は防止できるものの、結線処理作業が煩雑になる。

#### 発明の開示

[0010] 本発明のモータは、等間隔に10極着磁されたロータと、12個のコアピースを有し、コアピースの全てが、同一巻き方向に集中巻回された巻線を有するとともに環状配置し、かつロータに対向配設するステータと、巻線をU相、V相、W相からなる3相結線する配線基板を含む。隣り合う同相巻線は電流の向きが逆向きに、隣り合う異相巻線は電流の向きが同じになるように、配線基板を介して結線する。

[0011] この構成により、巻線のスロット占積率が高く、高出力、高効率で、コギングトルクの小さなモータが得られる。

[0012] また、本発明のステータの製造方法は、12個のコアピースを横に並べ、コアピースの全てに対して巻線を連続的に同一巻き方向に集中巻回するステップと、巻線が施された12個のコアピースを環状配置するステップと、巻線を連続的に巻回することに伴い各コアピース間で繋がった渡り線を切断するステップと、渡り線の切断に伴い生じた各巻線端部を、隣り合う同相巻線は電流の向きが逆向きに、隣り合う異相巻線は

電流の向きが同じになるように、配線基板を介して3相結線するステップを含む。

- [0013] この方法によって製造したステータを10極着磁したロータと組合せることにより、巻線のスロット占積率が高く、高出力、高効率で、コギングトルクの小さなモータが得られる。

#### 図面の簡単な説明

- [0014] [図1]図1は本発明の実施の形態におけるモータの要部説明図である。  
[図2]図2は図1に示すモータのステータにおける3相巻線の結線図である。  
[図3]図3は図1に示すモータの多層プリント配線基板における中性点(4層目)のパターン図である。  
[図4]図4は図1に示すモータの多層プリント配線基板における1層目のパターン図である。  
[図5]図5は図1に示すモータの多層プリント配線基板における2層目のパターン図である。  
[図6]図6は図1に示すモータの多層プリント配線基板における3層目のパターン図である。

#### 符号の説明

- [0015] 1   ロータ  
2   ロータ鉄心  
3   磁石  
4   ステータ  
5   集中巻線  
6   コアピース  
7   絶縁板  
8   端子ピン  
91   多層プリント配線基板(1層目)  
92   多層プリント配線基板(2層目)  
93   多層プリント配線基板(3層目)  
94   多層プリント配線基板(4層目)

### 発明を実施するための最良の形態

[0016] 以下、本発明の実施形態について、図面を用いて説明する。図1は本発明の実施の形態におけるモータの要部説明図、図2は図1に示すモータのステータにおける3相巻線の結線図、図3は図1に示すモータの多層プリント配線基板における中性点(4層目)のパターン図、図4は図1に示すモータの多層プリント配線基板における1層目のパターン図、図5は図1に示すモータの多層プリント配線基板における2層目のパターン図であり、図6は図1に示すモータの多層プリント配線基板における3層目のパターン図である。

[0017] 図1から図6において、本実施の形態のモータは、ロータ1と、ステータ4と、多層プリント配線基板91、92、93および94からなる。ロータ1は、等間隔に10極(N極とS極で一对であり、5対)着磁されている。ステータ4は、12個のコアピース6を有し、コアピース6の全てが、同一巻き方向に集中巻回された集中巻線5を有するとともに環状配置する。ステータ4は、空隙を介してロータ1に対向配設する。多層プリント配線基板91、92、93および94を介して、12個のコアピース6に巻回した集中巻線5をU相、V相およびW相からなる3相結線する。ここで、隣り合う同相巻線は電流の向きが逆向き、隣り合う異相巻線は電流の向きが同じになるように、多層プリント配線基板91、92、93および94を介して結線する。

[0018] 図1に示す実施の形態のモータは、図2に示すように、隣り合う同相巻線を直列接続した回路を2回路並列接続して構成した1相分の巻線群を、3相分Y結線したものである。

[0019] ここで、本発明の実施の形態のステータ4の製造方法は次のステップを含む。すなわち、12個のコアピース6を横に並べ、コアピース6の全てに対して巻線を連続的に同一巻き方向に集中巻回するステップと、巻線が施された12個のコアピース6を環状配置するステップと、巻線を連続的に巻回することに伴い、各コアピース間で繋がった渡り線を切断するステップと、渡り線の切断に伴い生じた各巻線端部を、隣り合う同相巻線は電流の向きが逆向き、隣り合う異相巻線は電流の向きが同じになるように、多層プリント配線基板91、92、93および94を介して3相結線するステップを含む。

[0020] 本発明の実施の形態におけるモータについて、さらに詳細に説明する。図1におい

て、ロータ1は、ロータ鉄心2と磁石3で構成される。ロータ鉄心2の外壁に磁石3が接着剤で固着されている。磁石3はラジアル方向にN極とS極を交互に10極着磁を施している。ステータ4は、集中巻線5を備えた12個のコアピース6を環状に配置した後、後述する多層プリント配線基板で3相Y結線する。ロータ1が空隙を介してステータ4の内側に配設され、本発明の実施の形態に係るモータが構成されている。

[0021] ここで、コアピース6について、もう少し詳しく説明する。まず、コアピース6はティース単位に分割した鉄心を所定数積層し、積層両端部を絶縁板7にて絶縁処理した後、同一方向に集中巻回した集中巻線5の巻き始めと巻き終りを端子ピン8にハンダ付けする。例えば、一方の端子ピンに巻き始め(図1に符号Sにて示す)、他方の端子ピンには巻き終り(図1に符号Eにて示す)を接続する。両方の端子ピン8は、絶縁板7の結線処理する側に設ければよい。集中巻線5を同じ方向に集中巻回した12個のコアピース6を環状に配置して、そのコアピース6の互いの分割面を接合固定する。

[0022] 図1に示した集中巻線5を有するコアピース6は、同じ方向に集中巻回された集中巻線5を端子ピン8に接続しただけの状態、すなわち3相結線前の状態であり、12個の相配列も電流の向きも未決定である。

[0023] ここでは、後述する回路結線図および多層プリント配線基板との位置関係が明確になるように、12個のコアピース6のそれぞれに対して、U相、V相またはW相の区別と、反時計回り方向に1番から12番までの連番で巻線番号を付記する。さらに、相電流の向きの違いを巻線番号の後に符号“F”または“R”を付記して区別する。例えば、U1FとU8Fは同極、U2RとU7RはU1FとU8Fに対して異極となるよう励磁されることを表わしている。V4FとV9Fは同極、V3RとV10RはV4FとV9Fに対して異極となるよう励磁されることを表わしている。W5FとW12Fは同極、W6RとW11RはW5FとW12Fに対して異極となるよう励磁されることを表わしている。

[0024] 図1では、1番目のU相をU1Fとし、隣の2番目のU相をU2Rと表示し、以降、反時計回りに3番目のV相をV3R、4番目のV相をV4F、5番目のW相をW5F、6番目のW相をW6R、7番目のU相をU7R、8番目のU相をU8F、9番目のV相をV9F、10番目のV相をV10R、11番目のW相をW11R、12番目のW相をW12Fと配置する。これにより、隣り合う同相巻線は電流の向きが逆、かつ、隣り合う異相巻線は電流の

向きを同じにする。

[0025] 次に、図2を用いて3相Y結線について説明する。図2に示すように、隣り合う同相巻線を直列接続した回路を2回路並列接続して構成した1相分の巻線群を、3相分Y結線している。すなわち、隣り合うU相巻線U1FとU2Rの直列回路と、隣り合うU相巻線U7RとU8Fの直列回路とを並列に接続することにより、U相巻線全体を構成している。また、隣り合うV相巻線V3RとV4Fの直列回路と、隣り合うV相巻線V9FとV10Rの直列回路とを並列に接続することにより、V相巻線全体を構成している。また、隣り合うW相巻線W5FとW6Rの直列回路と、隣り合うW相巻線W11RとW12Fの直列回路とを並列に接続することにより、W相巻線全体を構成している。

[0026] そして、U相巻線全体、V相巻線全体およびW相巻線全体を3相Y結線している。このような結線によって、線径の細い巻線を巻回して高出力を得るのに適している。

[0027] 繰り返しになるが、隣り合う同相巻線を直列に接続する対象巻線とは、U1FとU2R、V3RとV4F、W5FとW6R、U7RとU8F、V9FとV10R、W11RとW12Fの6回路である。さらに、その6回路の内、上記の同相の直列回路同士を並列接続した状態が図2である。なお、各巻線の巻き始めには“S”を、巻き終わりには“E”を付している。また、3相Y結線の中性点には“N”を付している。

[0028] 次に、図2の3相Y結線を行う多層(4層)プリント配線基板について、図3から図6を用いて説明する。

[0029] 図3は中性点パターンレイアウト(4層目)の例である。プリント配線基板94上に中性点パターン(ハッチング部分)が形成されている。各巻線番号、および各巻線の巻き始めSと巻き終わりEを図示する。巻線U2Rの巻き始めS、巻線U7Rの巻き始めS、巻線V3Rの巻き始めS、巻線V10Rの巻き始めS、巻線W6Rの巻き始めS、巻線W11Rの巻き始めSのそれぞれが、中性点パターンに接続されている。こうして、図2に示す3相Y結線の中性点Nを結線する。

[0030] 図4は多層プリント配線基板における1層目のパターンレイアウトである。プリント配線基板91上に1層目配線パターン(ハッチング部分)が形成されている。各巻線番号、および各巻線の巻き始めSと巻き終わりEを図示する。図1に示す24本の端子ピン8が、多層プリント配線基板の1層目から4層目までのそれぞれの外周近傍を貫いて

いる。多層プリント配線基板の1層目において、それら端子ピン8と、各巻線の巻き始めSまたは巻き終わりEとが、それぞれランドを介して電氣的に接続されている。また、巻線U7Rの巻き終わりEと巻線U8Fの巻き終わりEが配線パターンにて接続されている。巻線V3Rの巻き終わりEと巻線V4Fの巻き終わりEが配線パターンにて接続されている。巻線W5Fの巻き終わりEと巻線W6Rの巻き終わりEが配線パターンにて接続されている。また、巻線U1Fの巻き始めSと巻線U8Fの巻き始めSが配線パターンにて接続されている。

[0031] 図5は多層プリント配線基板における2層目のパターンレイアウトである。プリント配線基板92上に2層目配線パターン(ハッチング部分)が形成されている。各巻線番号、および各巻線の巻き始めSと巻き終わりEを図示する。巻線U1Fの巻き終わりEと巻線U2Rの巻き終わりEが配線パターンにて接続されている。巻線V3Rの巻き終わりEと巻線V4Fの巻き終わりEが配線パターンにて接続されている。巻線W11Rの巻き終わりEと巻線W12Fの巻き終わりEが配線パターンにて接続されている。また、巻線V4Fの巻き始めSと巻線V9Fの巻き始めSが配線パターンにて接続されている。

[0032] 図6は多層プリント配線基板における3層目のパターンレイアウトである。プリント配線基板93上に3層目配線パターン(ハッチング部分)が形成されている。各巻線番号、および各巻線の巻き始めSと巻き終わりEを図示する。巻線U7Rの巻き終わりEと巻線U8Fの巻き終わりEが配線パターンにて接続されている。巻線V9Fの巻き終わりEと巻線V10Rの巻き終わりEが配線パターンにて接続されている。また、巻線W5Fの巻き始めSと巻線W12Fの巻き始めSが配線パターンにて接続されている。

[0033] 図3から図6に示す各パターンは、スルーホールを介してU相、V相、W相の各同相巻線が接続され、各プリント配線基板の円形部から方形部に設けた各相のランドに導出される。

[0034] 上述した各端子ピン8を、この多層プリント配線基板91から94にてはんだ接続することで3相Y結線が完了する。

[0035] なお、本実施の形態では、配線基板としてプリント配線基板を用いて説明したが、プリント配線基板に限定するものではない。例えば、配線基板として同様の銅板をプレス抜きして、各層間を絶縁しながら結線してもよく、あるいは、同心円上に配置して

、各円間を絶縁しながら結線処理してもよい。

- [0036] また、12個に分割したティース単位のコアピースにそれぞれ個別に集中巻回して説明したが、これに限定するものではなく、ティース単位のコアピースが横に接続されたものでも各コアピースに対して同一の巻き方向で集中巻回して図1の状態を確保すれば同様に実施することができる。
- [0037] 例えば、本実施の形態と同様に端子ピンを設けた12個のコアピースを横方向に並べ、端子ピンに絡げながら同一巻き方向で集中巻回し、隣のコアピースに渡り線を切断することなく連続して巻回し、12個の巻線が完了後、コアピースを環状固定する。この後、コアピース間の渡り線を切断してもよく、12個のコアピース間に形状差があっても環状に復元するのが容易になる。また、12個のコアピースを横に展開した状態で、3相分の3つのコアピースに対して同時に同じ巻き方向に集中巻回、さらに、3つ飛ばして同様に巻線を繰り返してもよい。
- [0038] このように、10極ロータと組み合わせる12突極用ステータを、配線基板を用いて3相Y結線するため、全ての巻線を同一方向に集中巻回できる。このため、従来の巻線設備を用いた整列巻線が可能となり巻線終端を低くできる。これにより、巻線のスロット占積率が高く、小型で高効率のモータが得られる。
- [0039] また、トルク発生に寄与する同相のコアピースが、機械角180度の間隔でバランスよく配置できるため、低コギングトルク化に加えて、低振動、低騒音化が可能となる。
- [0040] なお、上記実施の形態のモータでは10極着磁の表面磁石型(SPM)ロータで説明したが、10極着磁の磁石埋設型(IPM)ロータであっても同様に実施できる。
- [0041] 上記から明らかなように、本発明のモータによれば、配線基板によって3相Y結線するため、12個のコアピースに対して同一方向に集中巻回することができ、整列巻線が容易なためコイルエンドを低くできる。また、従来と同じステータの部品および製造設備が利用でき、安価なモータが得られる。
- [0042] 上記に加えて、隣り合う同相巻線を直列に接続した回路を2回路並列に接続した3相Y結線とすることで、高出力化に対応できる。
- [0043] さらに、3相結線するための配線基板を取り付ける前までのステップは従来と同じでよく、配線パターンの異なる配線基板を組合せるだけで、例えば8極着磁ロータ用の



ステータを10極または14極着磁ロータ用のステータに変更できる。

- [0044] このように、ステータの部品および製造設備を共用できるため低コスト化が図れ、10極(または14極)着磁したロータと組合せることで、コギングトルクが小さく、高出力高効率のモータが得られる。

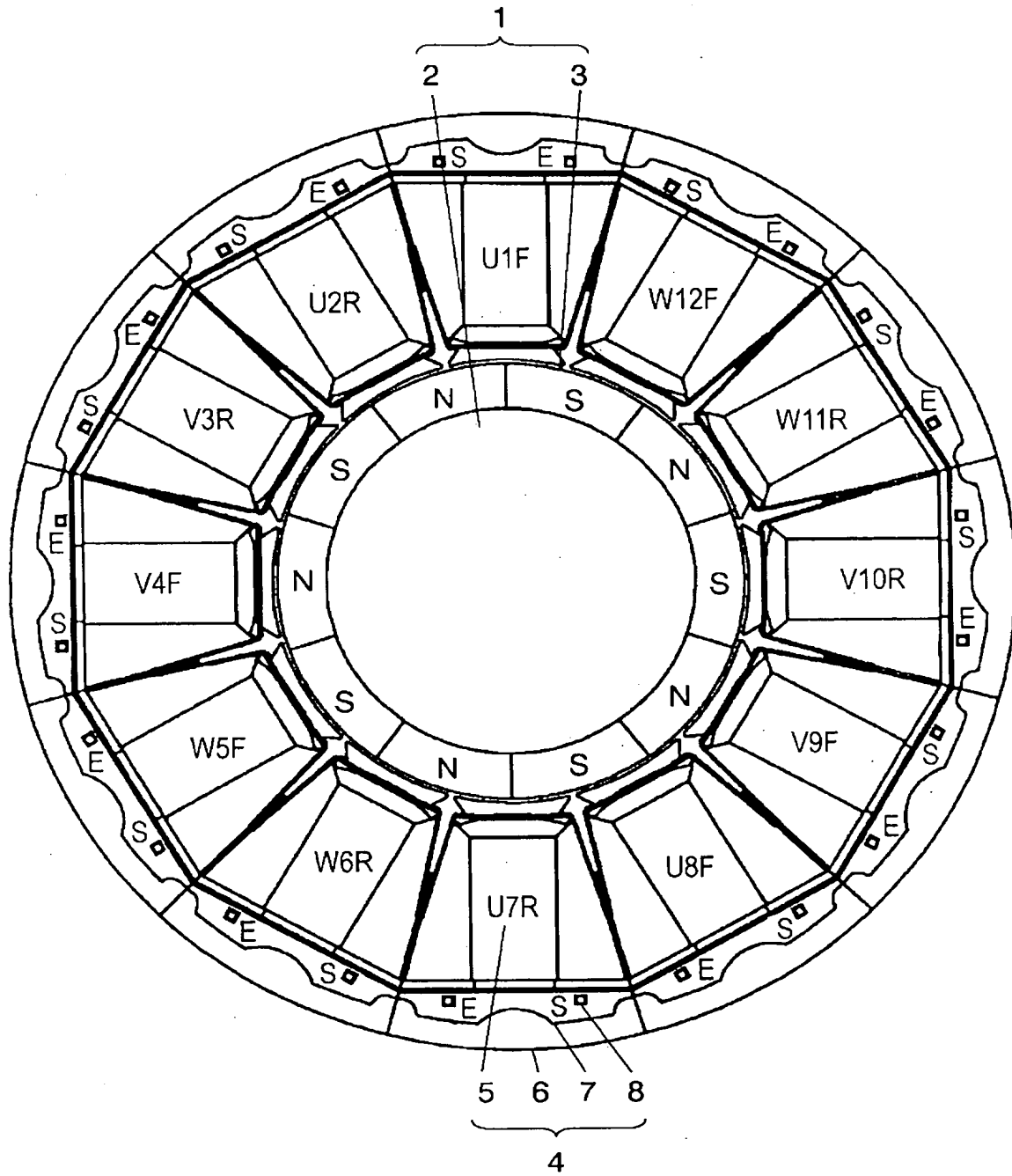
#### 産業上の利用可能性

- [0045] 本発明のモータは、高性能が要望されるサーボモータに最適であり、振動騒音を嫌う用途などにも有用である。

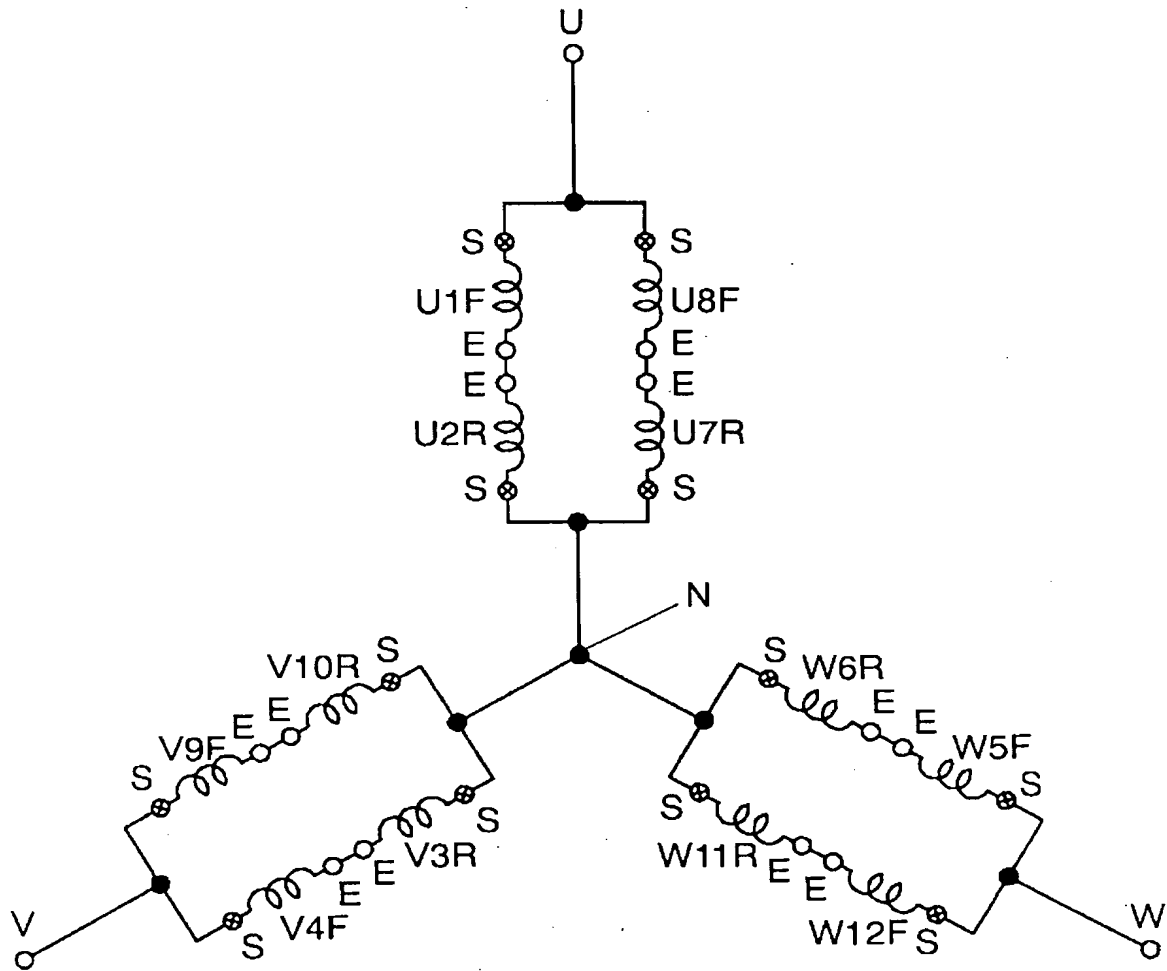
## 請求の範囲

- [1] 等間隔に10極着磁されたロータと、  
12個のコアピースを有し、前記コアピースの全てが、同一巻き方向に集中巻回された巻線を有するとともに環状配置し、かつ前記ロータに対向配設するステータと、  
前記巻線を3相結線するための配線基板を含み、  
隣り合う同相巻線は電流の向きが逆向きに、隣り合う異相巻線は電流の向きが同じ向きになるように、前記配線基板を介して結線したモータ。
- [2] 前記隣り合う同相巻線を直列に接続した回路を2回路並列に接続するとともに、前記3相結線はY結線とした請求項1記載のモータ。
- [3] 前記配線基板は多層プリント配線基板であり、  
前記多層プリント配線基板において多層に形成された配線パターンを介して結線した請求項1記載のモータ。
- [4] 前記配線基板は多層プリント配線基板であり、  
前記多層プリント配線基板において多層に形成された配線パターンを介して前記Y結線した請求項2記載のモータ。
- [5] 12個のコアピースを横に並べ、前記コアピースの全てに対して巻線を連続的に同一巻き方向に集中巻回するステップと、  
前記巻線が施された前記12個のコアピースを環状配置するステップと、  
前記巻線を連続的に巻回することに伴い前記各コアピース間で繋がった渡り線を切断するステップと、  
前記渡り線の切断に伴い生じた各巻線端部を、隣り合う同相巻線は電流の向きが逆向きに、隣り合う異相巻線は電流の向きが同じ向きになるように、配線基板を介して3相結線するステップを含むステータの製造方法。

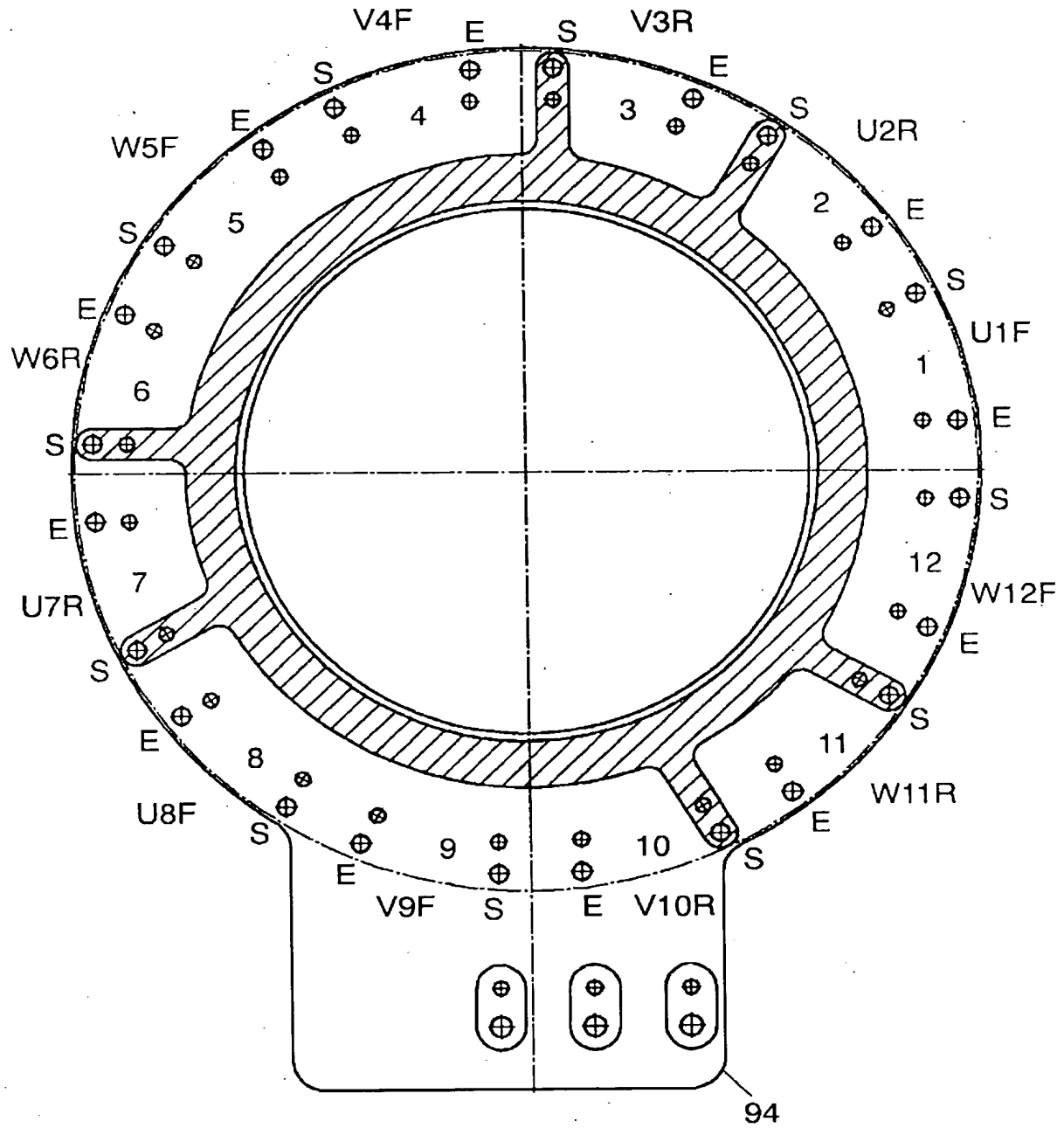
[図1]



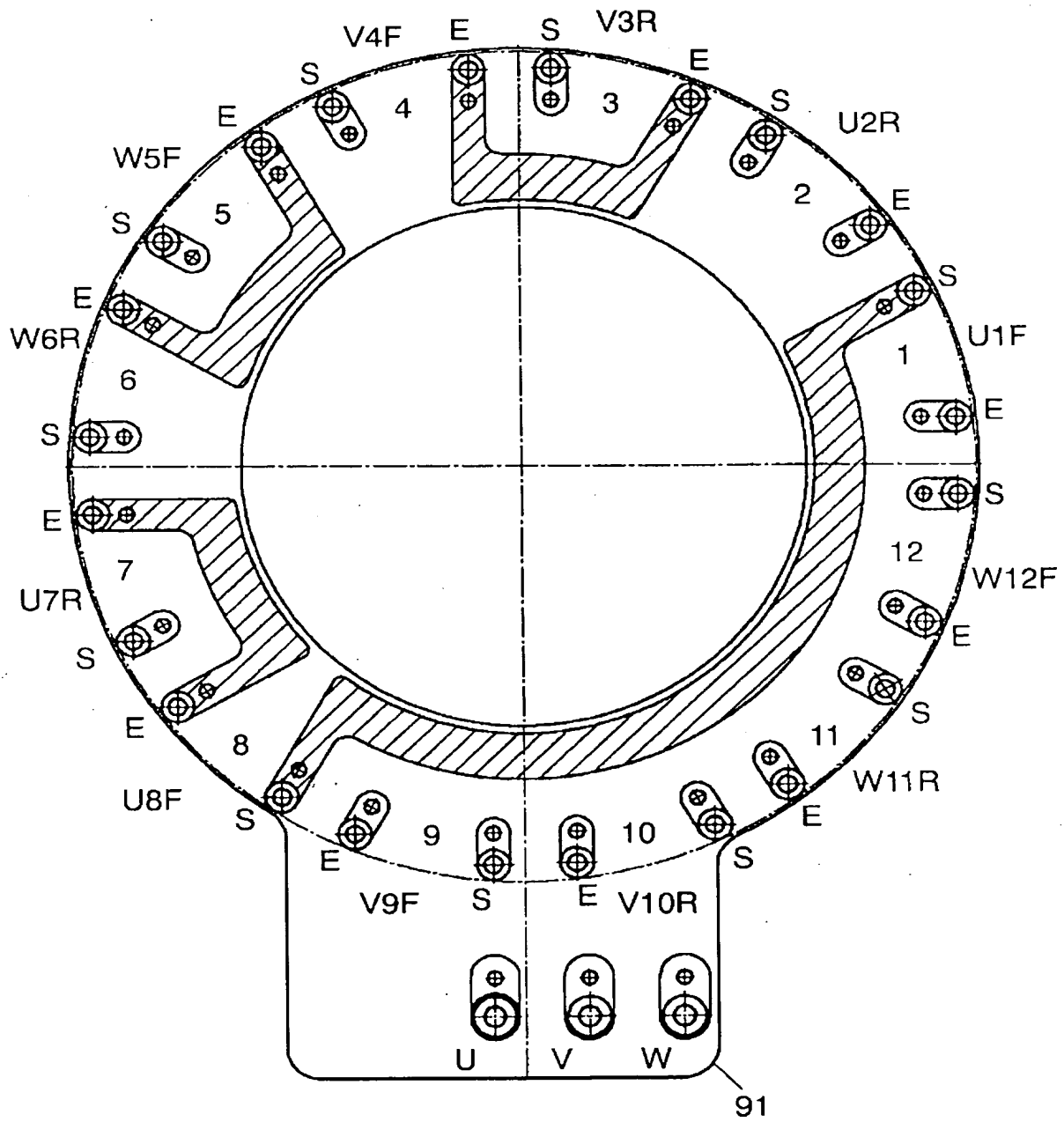
[図2]



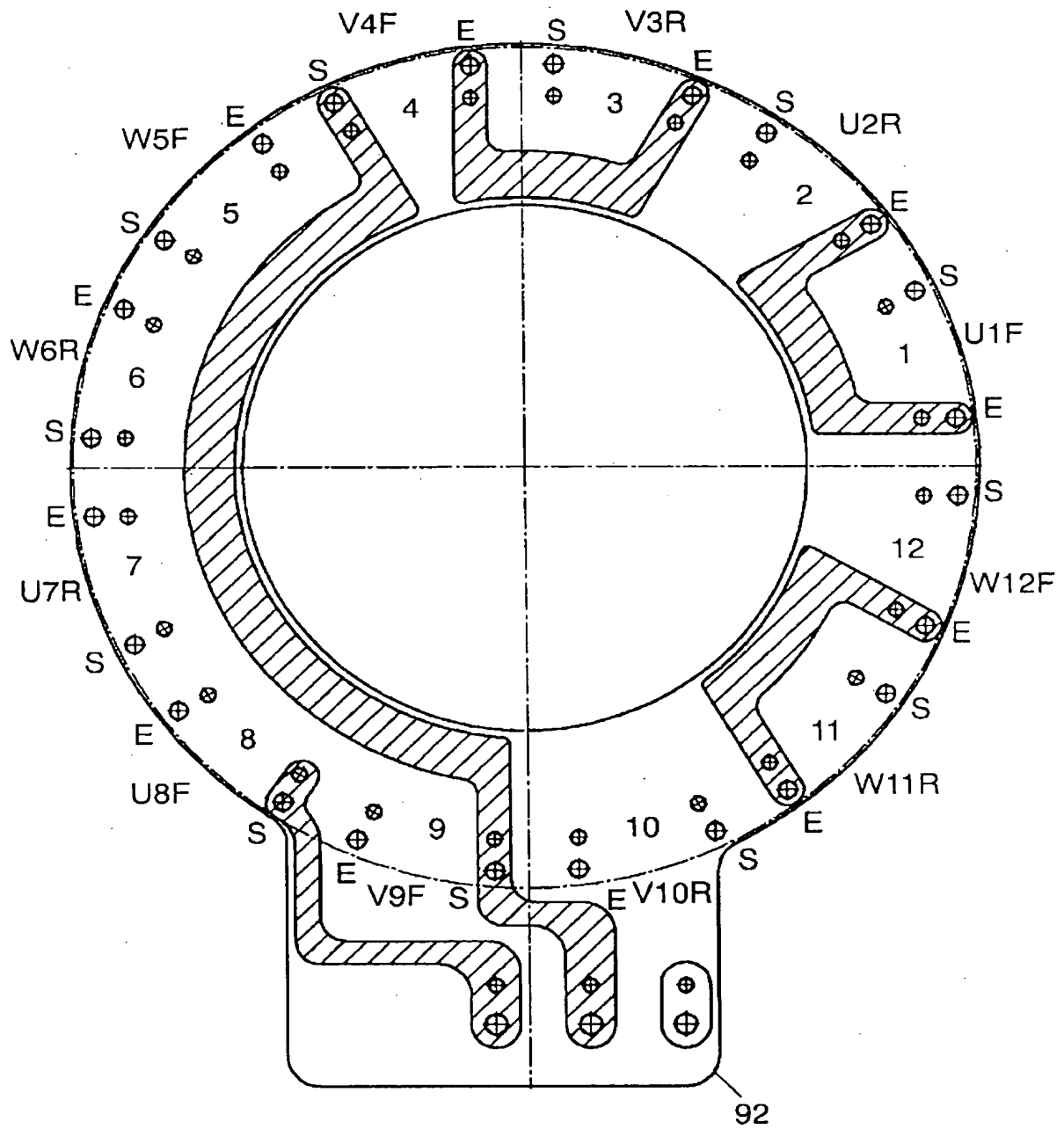
[[3]]



[図4]



[図5]



[図6]

